

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 100 53 608 A 1

51 Int. Cl. 7:
B 60 T 8/60
B 62 D 37/00

21 Aktenzeichen: 100 53 608.5
22 Anmeldetag: 28. 10. 2000
43 Offenlegungstag: 8. 8. 2002

DE 100 53 608 A 1

71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Polzin, Norbert, 74374 Zaberfeld, DE

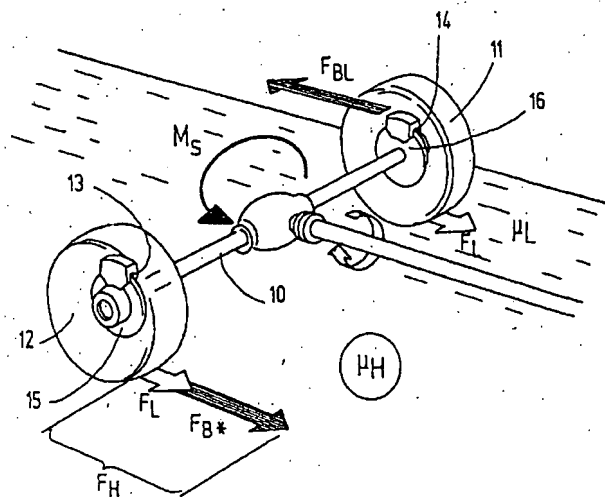
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Antriebsschlupfregelungseinrichtung und Verfahren zum Regeln des Schlupfes eines Rades

57 Die Erfindung betrifft eine Antriebsschlupfregelungseinrichtung für ein Fahrzeug, das zumindest eine Achse (10) aufweist, der zwei angetriebene Räder (11, 12) zugeordnet sind, wobei die Antriebsschlupfregelungseinrichtung beim Auftreten einer Durchdrehneigung an einem der angetriebenen Räder (11, 12) der Achse (10) das kinematische Verhalten des zum Durchdrehen neigenden Rades (11) durch den Aufbau eines ersten Radbremsdrucks (p_{Low}) derart regelt, dass das zum Durchdrehen neigende Rad (11) der Achse (10) in einem zulässigen Schlupfbereich verbleibt.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass zur Reduzierung von durch den ersten Radbremsdruck (p_{Low}) verursachten Störmomenten (M_S) für ein nicht zum Durchdrehen neigendes Rad (12) der Achse (10) ein zweiter Radbremsdruck (p_{High}) aufgebaut wird, der unabhängig vom ersten Radbremsdruck (p_{Low}) einstellbar ist.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Regeln des Schlupfes von wenigstens einem angetriebenen Rad einer Achse eines Fahrzeugs.



DE 100 53 608 A 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Antriebsschlupfregelungseinrichtung für ein Fahrzeug, das zumindest eine Achse aufweist, der zwei angetriebene Räder zugeordnet sind, wobei die Antriebsschlupfregelungseinrichtung beim Auftreten einer Durchdrehneigung an einem der angetriebenen Räder der Achse das kinematische Verhalten des zum Durchdrehen neigenden Rades durch den Aufbau eines ersten Radbremsdrucks derart regelt, dass das zum Durchdrehen neigende Rad der Achse in einem zulässigen Schlupfbereich verbleibt. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Regeln des Schlupfes von wenigstens einem angetriebenen Rad einer Achse eines Fahrzeugs, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: a) Detektieren einer Durchdrehneigung eines angetriebenen Rades der Achse, und b) regeln des kinematischen Verhaltens des zum Durchdrehen neigenden Rades der Achse durch Aufbau eines ersten Radbremsdrucks, derart, dass das zum Durchdrehen neigende Rad der Achse in einem zulässigen Schlupfbereich verbleibt.

Stand der Technik

[0002] Es ist bekannt, dass bei Antriebsschlupfregelungseinrichtungen bei Regelbeginn zur Überwindung der systembedingten Totzeiten ein langer, erster Daueraufbau ausgeführt werden muss, der als Füllpuls bezeichnet wird.

[0003] Aus der DE-OS 34 23 063 ist beispielsweise eine Antriebsschlupfregelungseinrichtung für Fahrzeuge bekannt, bei der bei Auftreten einer Durchdrehneigung an einem Rad dieses Rad gebremst wird. Um hierbei ein schnelles Ansprechen der Bremse beim Erkennen der Durchdrehneigung zu erzielen, wird die Bremse bereits im Vorfeld der Durchdrehneigung durch Einsteuerung eines geringen Bremsdruckes gerade angelegt. Die Einspeisung des geringen Bremsdruckes wird hierbei in Abhängigkeit der Änderung der Drosselklappenstellung, in Abhängigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit, beziehungsweise in Abhängigkeit von Schlupfschwellen, die unterhalb der Ansprechschwellen für die eigentliche Antriebsschlupfregelung liegen, ausgelöst. Die Einspeisung des geringen Bremsdruckes erfolgt durch einen Füllpuls konstanter Zeitdauer. Das heißt, bei vorliegender Anforderung der Einspeisung des geringen Bremsdruckes wird dieser für eine fest vorgegebene Zeit in die entsprechenden Radbremszylinder eingespeist. Durch den vor dem eigentlichen Bremseneingriff eingespeisten geringen Bremsdruck wird die Reaktionszeit, die vom Feststellen der Durchdrehneigung bis zum Bremsbeginn vergeht, verkürzt. Da der Füllpuls gemäß der DE-OS 34 23 063 für alle Räder des Fahrzeuges eine fest vorgegebene Zeitdauer hat, werden zum Beispiel Toleranzen, die für die einzelnen Räder verschieden sein können, nicht berücksichtigt.

[0004] Um zu gewährleisten, dass sich die Radbremsen sämtlicher Räder vor dem eigentlich erforderlichen, absehbaren Bremseneingriff im selben Zustand befinden, ist es aus der DE 196 15 294-A-1 bereits bekannt, die Zeitdauer, während der eine Betätigung der dem entsprechenden Rad zugeordneten Aktuatoren vor einem absehbaren fahrerunabhängigen Bremseneingriff vorgenommen wird, und während der beispielsweise bei einer hydraulischen Bremsanlage ein geringer Bremsdruck in den entsprechenden Radbremszylinder eingespeist und somit eine Bremskraft aufgebracht wird, für jedes einzelne Rad des Fahrzeugs individuell einzustellen. Dadurch wird das für die einzelnen Radbremsen vorhandene unterschiedliche mechanische Spiel, das beispielsweise durch die mechanischen Toleranzen der verwendeten Komponenten zustande kommt, kompensiert.

Dies führt dazu, dass bei einem erforderlichen Bremseneingriff sämtliche Radbremsen das gleiche Regelverhalten zeigen.

[0005] Weiterhin ist es bekannt, dass ein relativ langer Füllpuls eine Berganfahrt (zum Beispiels 15% μ -Split-Steigung) erleichtern kann. Am Ende eines derartigen relativ langen Füllpulses kann der Radbremsdruck ungefähr 5 bis 10 bar betragen. Ausgehend von diesem Druck kann der Sperrgrad über einen weiteren Druckaufbau schnell erhöht werden, so dass ein Zurückrollen des Fahrzeugs vermieden werden kann. In der Ebene ist ein geringerer Bremsdruck ausreichend, da der Hangabtrieb fehlt. Allgemein führt der Füllpuls, insbesondere bei einseitiger Regelung, zum Beispiel beim Anfahren auf μ -Split, zu einer Verschlechterung des Regelkomforts, da das einseitig durch den Füllpuls aufgebaute Radbremsmoment als Störmoment spürbar wird. Zur Reduzierung dieses Störmoments muss der Füllpuls generell kürzer ausgeführt werden. In der Regel wird daher ein Kompromiss zwischen der Abstimmung für die Traktion bei der Berganfahrt und der Abstimmung mit geringem Störmoment gewählt.

[0006] Das durch den Füllpuls verursachte, insbesondere um die Hochachse des Fahrzeugs wirkende Störmoment wirkt beispielsweise bei einer Regelung an der Vorderachse direkt auf die Lenkung, und es führt bei einer Regelung an der Hinterachse zu einem schiefeziehenden Fahrzeug.

Vorteile der Erfindung

[0007] Dadurch, dass bei der erfindungsgemäßen Antriebsschlupfregelungseinrichtung vorgesehen ist, dass zur Reduzierung von durch den ersten Radbremsdruck verursachten Störmomenten für ein nicht zum Durchdrehen neigendes Rad der Achse ein zweiter Radbremsdruck aufgebaut, der unabhängig vom ersten Radbremsdruck einstellbar ist, können die nachteiligen Auswirkungen des Störmoments zumindest deutlich verringert werden.

[0008] Gleiches gilt für das erfindungsgemäße Verfahren, das weiterhin den Schritt umfasst: c) Aufbauen eines unabhängig vom ersten Radbremsdruck einstellbaren zweiten Radbremsdrucks für ein nicht zum Durchdrehen neigendes Rad der Achse, um ein durch den ersten Radbremsdruck verursachtes Störmoment zu reduzieren.

[0009] Bei der erfindungsgemäßen Antriebsschlupfregelungseinrichtung ist vorgesehen, dass ein erster Füllpuls zum Aufbau des ersten Radbremsdrucks beiträgt, und dass ein zweiter Füllpuls zum Aufbau des zweiten Radbremsdrucks beiträgt. Durch einen synchron ausgeführten zweiten Füllpuls am nicht geregelten Antriebsrad, das aufgrund des höheren Reibwertes μ auch als High-Rad bezeichnet wird, wird das Störmoment deutlich reduziert.

[0010] Bei der erfindungsgemäßen Antriebsschlupfregelungseinrichtung ist vorzugsweise weiterhin vorgesehen, dass die Länge des zweiten Füllpulses derart gewählt ist, dass eine Vorwärtsbewegung des Fahrzeugs nicht eingeschränkt wird. In diesem Zusammenhang kommt es weiterhin auf den nach dem Ende des zweiten Füllpulses vorgenommenen Radbremsdruckabbau an, der geeignet vorzunehmen ist.

[0011] Die erfindungsgemäße Antriebsschlupfregelungseinrichtung ist vorzugsweise weiterhin so ausgelegt, dass die Länge des zweiten Füllpulses derart gewählt ist, dass eine Rückrollbewegung des Fahrzeugs bei vorhandener Fahrbahnsteigung verringert oder vermieden wird. Die erste Schlupfphase dauert typischerweise ungefähr 1 bis 1,5 Sekunden. In dieser Zeit beginnt bei vorhandener Fahrbahnsteigung die Rückrollbewegung des Fahrzeugs. Wenn in diesem Zeitraum am nicht geregelten High-Rad ein Rad-

bremsdruck vorhanden ist, behindert dieser Radbremsdruck nicht den Anfahrvorgang, sondern er reduziert die Rückrolltendenz.

[0012] Die erfindungsgemäße Antriebsschlupfregelungseinrichtung sieht in diesem Zusammenhang vorzugsweise vor, dass der zweite Radbremsdruck langsam abgebaut wird, bis sich das Fahrzeug eindeutig vorwärts bewegt. Zum Abbau des Radbremsdrucks werden vorzugsweise geeignete Abbaupuls, beispielsweise Leckagepulse, verwendet, über die der zweite Radbremsdruck am nicht geregelten High-Rad langsam abgebaut werden kann. Als Schwellenwert für eine eindeutige Vorwärtsbewegung kann beispielsweise eine Fahrzeuggeschwindigkeit von mehr als 2,75 km/h verwendet werden. Zu diesem Zeitpunkt kann der zweite Radbremsdruck zur Vermeidung einer Instabilität des High-Rades dienen, wobei eine derartige Instabilität beispielsweise durch eine Differentialwechselwirkung ausgelöst werden kann. Sollte es dennoch zu einer Instabilität am High-Rad kommen, kann der erforderliche zweite Radbremsdruck ausgehend vom noch vorhandenen Restdruck schnell aufgebaut werden.

[0013] Im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Antriebsschlupfregelungseinrichtung kann weiterhin vorgesehen sein, dass der erste Radbremsdruck und/oder der zweite Radbremsdruck zumindest für einen vorherbestimmten Zeitabschnitt nur so weit abgebaut werden, dass den jeweiligen Rädern zugeordnete Bremsbeläge an entsprechende Brems scheiben und/oder Bremstrommeln angelegt werden. Auf diese Weise wird ein Lüftspiel vermieden und ein schnellerer Druckaufbau im Falle einer nachfolgenden Instabilität ermöglicht.

[0014] Bei einer speziellen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Antriebsschlupfregelungseinrichtung ist vorgesehen, dass der erste Füllpuls eine derartige Länge aufweist, dass der erste Radbremsdruck zum Zeitpunkt des Endes des ersten Füllpulses in Bereich von 7,5 bis 12,5 bar liegt, wenn die Achse eine Vorderachse ist. Wenn die Achse eine Hinterachse ist, ist vorzugsweise vorgesehen, dass der erste Füllpuls eine derartige Länge aufweist, dass der erste Radbremsdruck zum Zeitpunkt des Endes des ersten Füllpulses im Bereich von 15 bis 20 bar liegt. Die für die Vorder- und Hinterachse unterschiedlichen Druckhöhen beruhen auf unterschiedlichen mittleren Regeldrücken. Der mittlere Regeldruck kann bei einer Vorderradbremse beispielsweise 35 bar betragen, während es bei einer Hinterradbremse beispielsweise 70 bar betragen kann.

[0015] Bei der erfindungsgemäßen Antriebsschlupfregelungseinrichtung weist der zweite Füllpuls vorzugsweise eine derartige Länge auf, dass der zweite Radbremsdruck ungefähr 50% bis 75% des ersten Radbremsdrucks zum Zeitpunkt des Endes des ersten Füllpulses beträgt. Eine derartige Dimensionierung des zweiten Füllpulses wird zur Verringerung der Störmomente als besonders vorteilhaft angesehen.

[0016] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorzugsweise vorgesehen, dass bei Schritt b) ein erster Füllpuls zum Aufbau des ersten Radbremsdrucks beiträgt, und dass bei Schritt c) ein zweiter Füllpuls zum Aufbau des zweiten Radbremsdrucks beiträgt. Durch einen synchron ausgeführten zweiten Füllpuls am nicht geregelten Antriebsrad, das aufgrund des höheren Reibwertes μ auch als High-Rad bezeichnet wird, kann das Störmoment, wie erwähnt, deutlich reduziert werden.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vorzugsweise weiterhin vor, dass bei Schritt c) die Länge des zweiten Füllpulses derart gewählt wird, dass eine Vorwärtsbewegung des Fahrzeugs nicht eingeschränkt wird.

[0018] Weiterhin kann die Länge des zweiten Füllpulses

im Rahmen des Verfahrensschrittes c) derart gewählt werden, dass eine Rückrollbewegung des Fahrzeugs bei vorhandener Fahrbahnsteigung verringert oder vermieden wird. Beim Stand der Technik beginnt eine durch eine Fahrbahnsteigung verursachte Rückrollbewegung in der Regel während der ersten Schlupfphase, die typischerweise ungefähr 1 bis 1,5 Sekunden dauert. Wenn in diesem Zeitraum am nicht geregelten High-Rad ein Radbremsdruck vorhanden ist, behindert dieser Radbremsdruck nicht den Anfahrvorgang, sondern er reduziert die Rückrolltendenz.

[0019] Auch bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird bevorzugt, dass der zweite Radbremsdruck langsam abgebaut wird, bis sich das Fahrzeug eindeutig vorwärts bewegt.

[0020] Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verfahren vorsehen, dass der erste Radbremsdruck und/oder der zweite Radbremsdruck zumindest für einen vorherbestimmten Zeitabschnitt nur so weit abgebaut werden, dass den jeweiligen Rädern zugeordnete Bremsbeläge an entsprechende Brems scheiben und/oder Bremstrommeln angelegt werden.

[0021] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass bei Schritt b) der erste Füllpuls eine derartige Länge aufweist, dass der erste Radbremsdruck zum Zeitpunkt des Endes des ersten Füllpulses im Bereich von 7,5 bis 12,5 bar liegt, wenn die Achse eine Vorderachse ist. Für den Fall, dass die Achse eine Hinterachse ist, wird vorzugsweise vorgesehen, dass bei Schritt b) der erste Füllpuls eine derartige Länge aufweist, dass der erste Radbremsdruck zum Zeitpunkt des Endes des ersten Füllpulses in Bereich von 15 bis 20 bar liegt.

[0022] Bei dem Verfahrensschritt c) kann die Länge des zweiten Füllpulses derart gewählt werden, dass der zweite Radbremsdruck ungefähr 50% bis 75% des ersten Radbremsdrucks zum Zeitpunkt des Endes des ersten Füllpulses beträgt.

Zeichnungen

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0024] Fig. 1 eine schematische Darstellung der durch eine herkömmliche Antriebsschlupfregelungseinrichtung hervorgerufenen Kräfte und Momente;

[0025] Fig. 2 eine schematische Darstellung der durch eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Antriebsschlupfregelungseinrichtung hervorgerufenen Kräfte und Momente;

[0026] Fig. 3 eine Gegenüberstellung der mit der Erfindung erzielten Kurvenverläufe der Geschwindigkeiten und der Radbremsdrücke für ein Rad mit Durchdrehneigung und ein Rad ohne Durchdrehneigung; und

[0027] Fig. 4 ein Flussdiagramm, das eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens veranschaulicht.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0028] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der durch eine herkömmliche Antriebsschlupfregelungseinrichtung hervorgerufenen Kräfte und Momente. Gemäß Fig. 1 sind einer Hinterachse 10 eines Fahrzeugs zwei angetriebene Räder 11, 12 zugeordnet. Das Rad 11 befindet sich auf einem Fahrbahnabschnitt, der einen niedrigen Reibwert μ_L aufweist, weshalb das Rad 11 auch als Low-Rad bezeichnet wird. Aufgrund des niedrigen Reibwerts μ_L der Fahrbahn weist das Rad 11 eine Durchdrehneigung auf. Im Gegensatz hierzu befindet sich das Rad 12 auf einem Fahrbahnabschnitt, der einen hohen Reibwert μ_H aufweist. Das Rad 12 wird daher auch als High-Rad bezeichnet. Neben der auf das Low-Rad 11 wirkenden Kraftkomponente F_L wird durch die

Antriebsschlupfregelungseinrichtung gemäß dem Stand der Technik eine Kraftkomponente F_{BL} ausgeübt, und zwar über eine Bremsvorrichtung 14, 16. Auf das High-Rad 12 wirkt eine Kraft F_H , die sich aus einer Kraftkomponente F_L und einer Kraftkomponente F_B^* zusammensetzt. Gemäß der Darstellung von Fig. 4 gelten somit die folgenden Zusammenhänge:

$$F_B^* = F_{BL}$$

$$F_H = F_B^* + F_L.$$

[0029] Durch diese Kräfte wird ein Störmoment M_S erzeugt, das um die Fahrzeughochachse wirkt, wie dies in Fig. 1 durch den gebogenen Pfeil angedeutet ist.

[0030] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung der durch eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Antriebsschlupfregelungseinrichtung hervorgerufenen Kräfte und Momente. Die Darstellung von Fig. 2 entspricht im wesentlichen der Darstellung von Fig. 1. Die erfindungsgemäße Antriebsschlupfregelungseinrichtung baut jedoch zur Reduzierung von durch den ersten Radbremsdruck verursachten Störmomenten M_S für das nicht zum Durchdrehen neigende Rad 12 der Achse 10 einen zweiten Radbremsdruck auf, der unabhängig vom ersten Radbremsdruck einstellbar ist. Dieser zweite Radbremsdruck erzeugt eine Kraftkomponente F_{BH} , die ebenfalls auf das High-Rad 12 wirkt. Gemäß der Darstellung von Fig. 2 ergeben sich somit die folgenden Zusammenhänge:

$$F_B^* = F_{BL} - F_{BH}$$

$F_H = F_B^* + F_L$. Wie dies den in Fig. 2 dargestellten Kraftkomponenten zu entnehmen ist, wird das Störmoment M_S , das durch die Kraftkomponente F_{BL} um die Fahrzeughochachse erzeugt wird, durch die Kraftkomponente F_{BH} zumindest teilweise kompensiert, so dass sich insgesamt nur noch ein reduziertes Störmoment M_S' ergibt.

[0031] Fig. 3 zeigt eine Gegenüberstellung der Kurvenverläufe der Geschwindigkeiten und der Radbremsdrücke für ein Rad mit Durchdrehneigung und ein Rad ohne Durchdrehneigung. Die obere Grafik von Fig. 3 betrifft das Low-Rad, das heißt das Rad, für das der niedrigere Reibwert μ vorliegt. In dieser Grafik bezeichnet v_{Low} den Verlauf der Radgeschwindigkeit des Low-Rades, p_{Low} bezeichnet den Radbremsdruck für das Low-Rad, v_{KFZ} bezeichnet die Fahrzeuggeschwindigkeit, und die gestrichelte Linie R_S bezeichnet einen Regelbeginnschwellenwert. Zum Zeitpunkt t_1 weist das Low-Rad 11 eine Radgeschwindigkeit v_{Low} auf, die dem Regelbeginnschwellenwert R_S entspricht, das heißt, bezüglich des Low-Rades 11 wird eine Durchdrehneigung detektiert. Zum Zeitpunkt t_1 wird daher über einen ersten Füllpuls F1 ein erster Radbremsdruck p_{Low} aufgebaut, um der Durchdrehneigung des Low-Rades 11 entgegenzuwirken. Die Dauer der ersten sogenannten Schlupfbeule ist mit T1 bezeichnet und beträgt ungefähr 1,5 sec, was einen typischen Wert darstellt. Wie dies der oberen Grafik von Fig. 3 zu entnehmen ist, ist die Radgeschwindigkeit v_{Low} des Low-Rades 11 nach ca. 2 sec durch den ersten Radbremsdruck p_{Low} soweit reduziert, dass sie ungefähr im Bereich der Regelbeginnschwelle R_S liegt.

[0032] In der unteren Grafik von Fig. 3 bezeichnet v_{High} die Radgeschwindigkeit des High-Rades 12, für das ein höherer Reibwert μ_H vorliegt, p_{High} bezeichnet den erfindungsgemäß vorgesehenen zweiten Radbremsdruck und v_{KFZ} bezeichnet wiederum die Fahrzeuggeschwindigkeit. Der mit gestrichelter Linie dargestellte Verlauf der Radgeschwindigkeit v_{High} stellt eine potentielle Instabilität des High-Rades

12 dar. Zum Zeitpunkt t_1 , das heißt gleichzeitig mit dem ersten Füllpuls F1, wird über einen zweiten Füllpuls F2 ein zweiter Radbremsdruck für das High-Rad 12 aufgebaut. Die Länge des zweiten Füllpulses F2 beträgt ca. 75% der Länge des ersten Füllpulses F1. Über den durch den zweiten Füllpuls F2 aufgebauten zweiten Radbremsdruck p_{High} wird eine Kraftkomponente F_{BH} erzeugt, die in der in Fig. 2 dargestellten Weise zur Verringerung des Störmoments M_S beiträgt, so dass sich insgesamt nur noch ein reduziertes Störmoment M_S' ergibt. Während des Zeitabschnitts T2 führt der zweite Radbremsdruck p_{High} dazu, dass ein Zurückrollen des Fahrzeugs verhindert wird. Nach dem Zeitabschnitt T2 wird der zweite Radbremsdruck p_{High} über Leckagepulse in der dargestellten Weise langsam abgebaut. Sollte während eines Zeitabschnitts T3 eine Instabilität bezüglich der Radgeschwindigkeit des High-Rades 12 auftreten, wie dies durch den gestrichelten Verlauf von v_{High} dargestellt ist, so kann, ausgehend vom zum Beginn des Zeitabschnitts T3 noch vorhandenen Restradbremsdruck p_{High} , schnell der erforderliche Regeldruck aufgebaut werden. Ungefähr ab dem Zeitpunkt t_2 liegt kein nennenswerter zweiter Radbremsdruck p_{High} mehr vor, das heißt das Fahrzeug wird nicht fest gebremst.

[0033] Fig. 4 zeigt ein Flussdiagramm, das eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens veranschaulicht. Im Block 501 wird überprüft, ob das überwachte Rad eine Durchdrehneigung aufweist, das heißt, es wird überprüft, ob ein Parameter RA_Low einen Wert aufweist, der größer als 0 ist. Sollte dies nicht der Fall sein, so wird zu einem Block 507 verzweigt, bei dem keine Regelung vorgenommen wird. Anderenfalls wird im Block 502 überprüft, ob ein Zählerstand FPZ1 eines Zählers für die Dauer des ersten Füllpulses am Low-Rad 11 kleiner als ein vorgegebener Parameterwert #FPZ_Low ist, der die erste Füllpulsdauer F1 angibt. Sollte dies nicht der Fall sein, so wird zum Block 507 verzweigt, wo keine Regelung erfolgt. Anderenfalls wird im Block 503 für das Low-Rad 11 der erste Füllpuls F1 erzeugt, das heißt, das Low-Rad 11 wird geregelt. Anschließend wird im Block 504 überprüft, ob die durch den Parameter FZ_Ref angegebene Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner als eine vorgegebene Geschwindigkeitsschwelle #V_START1 für den Anfahrbereich ist. Sollte dies nicht der Fall sein, so wird zum Block 507 verzweigt, wo keine Regelung erfolgt. Anderenfalls wird im Block 505 überprüft, ob ein Zählerstand FPZ2 kleiner als eine vorgegebene Dauer des zweiten Füllpulses F2 ist, wobei diese Dauer des zweiten Füllpulses F2 beispielsweise 60 ms betragen kann. Ist dies nicht der Fall, so wird zum Block 507 verzweigt, das heißt am High-Rad 12 wird kein zweiter Bremsdruck aufgebaut. Anderenfalls wird beim Block 506 über einen zweiten Füllpuls F2 ein entsprechender zweiter Radbremsdruck aufgebaut.

[0034] Eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens entspricht bezüglich der Blöcke 501, 502, 503 und 507 der soeben beschriebene Ausführungsform. Allerdings wird bei der zweiten Ausführungsform im Block 504 überprüft, ob die Differenz aus der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit, die in Form eines Parameterwertes FZ_Ref2 vorliegt, und der Fahrzeuggeschwindigkeit bei Regelbeginn, die durch einen Parameterwert FZ_Ref2 vorliegt, kleiner als ein Parameterwert #V_START2 ist, der die Geschwindigkeitszunahme in der Regelung angibt. Sollte dies der Fall sein, so wird zum Block 507 verzweigt, das heißt es wird kein zweiter Radbremsdruck aufgebaut. Anderenfalls wird im Block 505 überprüft, ob ein Zählerstand FPZ2, der die Dauer des zweiten Füllpulses F2 für das High-Rad 12 angibt, kleiner als ein Parameterwert #FPZ_HIGH ist, der die Dauer des zweiten Füllpulses F2 angibt, die beispiels-

weise 16 ms betragen kann. Ist dies der Fall, wird zum Block 507 verzweigt, das heißt es wird kein zweiter Radbremsdruck aufgebaut. Anderenfalls wird bei Block 506 über einen zweiten Füllpuls F2 ein zweiter Radbremsdruck aufgebaut.

[0035] Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

Patentansprüche

1. Antriebsschlupfregelungseinrichtung für ein Fahrzeug, das zumindest eine Achse (10) aufweist, der zwei angetriebene Räder (11, 12) zugeordnet sind, wobei die Antriebsschlupfregelungseinrichtung beim Auftreten einer Durchdrehneigung an einem der angetriebenen Räder (11, 12) der Achse (10) das kinematische Verhalten des zum Durchdrehen neigenden Rades (11) durch den Aufbau eines ersten Radbremsdrucks (p_{Low}) derart regelt, dass das zum Durchdrehen neigende Rad (11) der Achse (10) in einem zulässigen Schlupfbereich verbleibt, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Reduzierung von durch den ersten Radbremsdruck verursachten Störmomenten (M_S) für ein nicht zum Durchdrehen neigendes Rad (12) der Achse (10) ein zweiter Radbremsdruck (p_{High}) aufgebaut wird, der unabhängig vom ersten Radbremsdruck (p_{Low}) einstellbar ist.
2. Antriebsschlupfregelungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Füllpuls (F1) zum Aufbau des ersten Radbremsdrucks (p_{Low}) beiträgt, und dass ein zweiter Füllpuls (F2) zum Aufbau des zweiten Radbremsdrucks (p_{High}) beiträgt.
3. Antriebsschlupfregelungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge des zweiten Füllpulses (F2) derart gewählt ist, dass eine Vorwärtsbewegung des Fahrzeugs nicht eingeschränkt wird.
4. Antriebsschlupfregelungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge des zweiten Füllpulses (F2) derart gewählt ist, dass eine Rückrollbewegung des Fahrzeugs bei vorhandener Fahrbahnsteigung verringert oder vermieden wird.
5. Antriebsschlupfregelungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Radbremsdruck (p_{High}) langsam abgebaut wird, bis sich das Fahrzeug eindeutig vorwärts bewegt.
6. Antriebsschlupfregelungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Radbremsdruck (p_{Low}) und/oder der zweite Radbremsdruck (p_{High}) zumindest für einen vorherbestimmten Zeitabschnitt nur soweit abgebaut werden, dass den jeweiligen Rädern (11, 12) zugeordnete Bremsbeläge (13, 14) an entsprechende Brems scheiben (15, 16) und/oder Bremsstrommeln angelegt werden.
7. Antriebsschlupfregelungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Füllpuls (F1) eine derartige Länge aufweist, dass der erste Radbremsdruck (p_{Low}) zum Zeitpunkt des Endes des ersten Füllpulses (F1) im Bereich von 7,5 bis 12,5 bar liegt, wenn die Achse (10) eine Vorderachse ist, und dass der erste Füllpuls (F1) eine derartige Länge aufweist, dass der erste Radbremsdruck (p_{Low}) zum Zeitpunkt des Endes des ersten Füllpulses (F1) im Bereich von 15 bis 20 bar liegt,

wenn die Achse (10) eine Hinterachse ist.

8. Antriebsschlupfregelungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Füllpuls (F2) eine derartige Länge aufweist, dass der zweite Radbremsdruck (p_{High}) ungefähr 50% bis 75% des ersten Radbremsdrucks (p_{Low}) zum Zeitpunkt des Endes des ersten Füllpulses (F1) beiträgt.

9. Verfahren zum Regeln des Schlupfes von wenigstens einem angetriebenen Rad (11, 12) einer Achse (10) eines Fahrzeugs, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- a) Detektieren einer Durchdrehneigung eines angetriebenen Rades (11, 12) der Achse (10),
- b) Regeln des kinematischen Verhaltens des zum Durchdrehen neigenden Rades (11) der Achse (10) durch Aufbau eines ersten Radbremsdrucks (p_{Low}), derart, dass das zum Durchdrehen neigende Rad (11) der Achse (10) in einem zulässigen Schlupfbereich verbleibt,

dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren weiterhin den folgenden Schritt umfasst:

- c) Aufbauen eines unabhängig vom ersten Radbremsdruck (p_{Low}) einstellbaren zweiten Radbremsdrucks (p_{High}) für ein nicht zum Durchdrehen neigendes Rad (12) der Achse (10), um ein durch den ersten Radbremsdruck verursachtes Störmoment (M_S) zu reduzieren.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei Schritt b) ein erster Füllpuls (F1) zum Aufbau des ersten Radbremsdrucks (p_{Low}) beiträgt, und dass bei Schritt c) ein zweiter Füllpuls (F2) zum Aufbau des zweiten Radbremsdrucks (p_{High}) beiträgt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei Schritt c) die Länge des zweiten Füllpulses (F2) derart gewählt wird, dass eine Vorwärtsbewegung des Fahrzeugs nicht eingeschränkt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass bei Schritt c) die Länge des zweiten Füllpulses derart gewählt wird, dass eine Rückrollbewegung des Fahrzeugs bei vorhandener Fahrbahnsteigung verringert oder vermieden wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Radbremsdruck (p_{High}) langsam abgebaut wird, bis sich das Fahrzeug eindeutig vorwärts bewegt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Radbremsdruck (p_{Low}) und/oder der zweite Radbremsdruck (p_{High}) zumindest für einen vorherbestimmten Zeitabschnitt nur soweit abgebaut werden, dass den jeweiligen Rädern (11, 12) zugeordnete Bremsbeläge (13, 14) an entsprechende Brems scheiben (15, 16) und/oder Bremsstrommeln angelegt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass bei Schritt b) der erste Füllpuls (F1) eine derartige Länge aufweist, dass der erste Radbremsdruck (p_{Low}) zum Zeitpunkt des Endes des ersten Füllpulses (F1) im Bereich von 7,5 bis 12,5 bar liegt, wenn die Achse (10) eine Vorderachse ist, und dass bei Schritt b) der erste Füllpuls (F1) eine derartige Länge aufweist, dass der erste Radbremsdruck (p_{Low}) zum Zeitpunkt des Endes des ersten Füllpulses (F1) im Bereich von 15 bis 20 bar liegt, wenn die Achse (10) eine Hinterachse ist.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass bei Schritt c) die Länge des

zweiten Füllpulses (F2) derart gewählt wird, dass der zweite Radbremsdruck (p_{High}) ungefähr 50% bis 75% des ersten Radbremsdrucks (p_{Low}) zum Zeitpunkt des Endes des ersten Füllpulses (F1) beträgt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

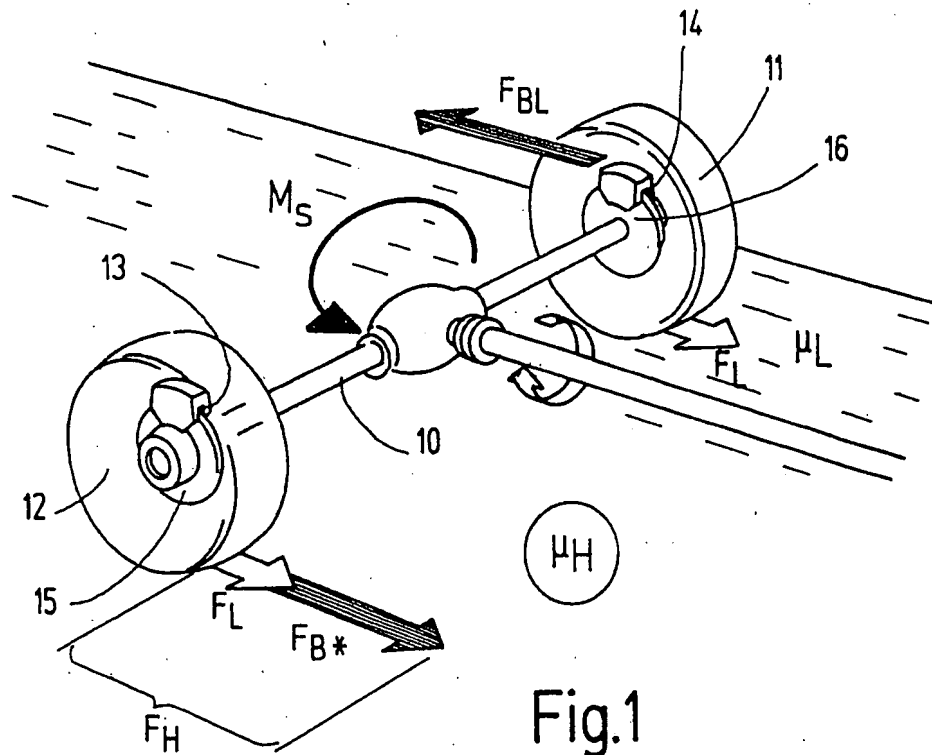
50

55

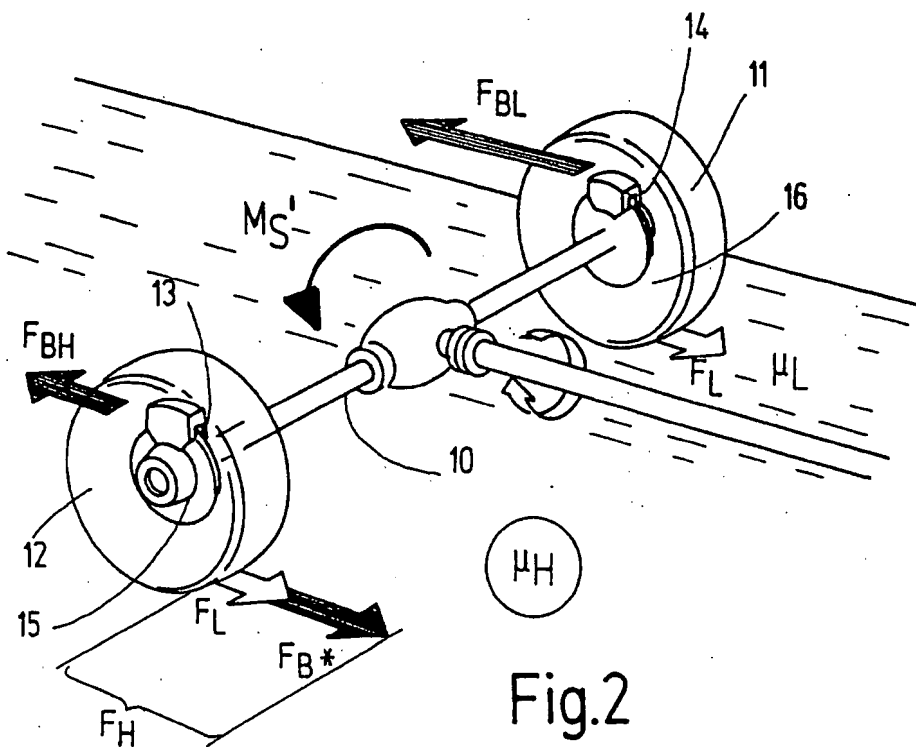
60

65

- Leerseite -



Stand der Technik



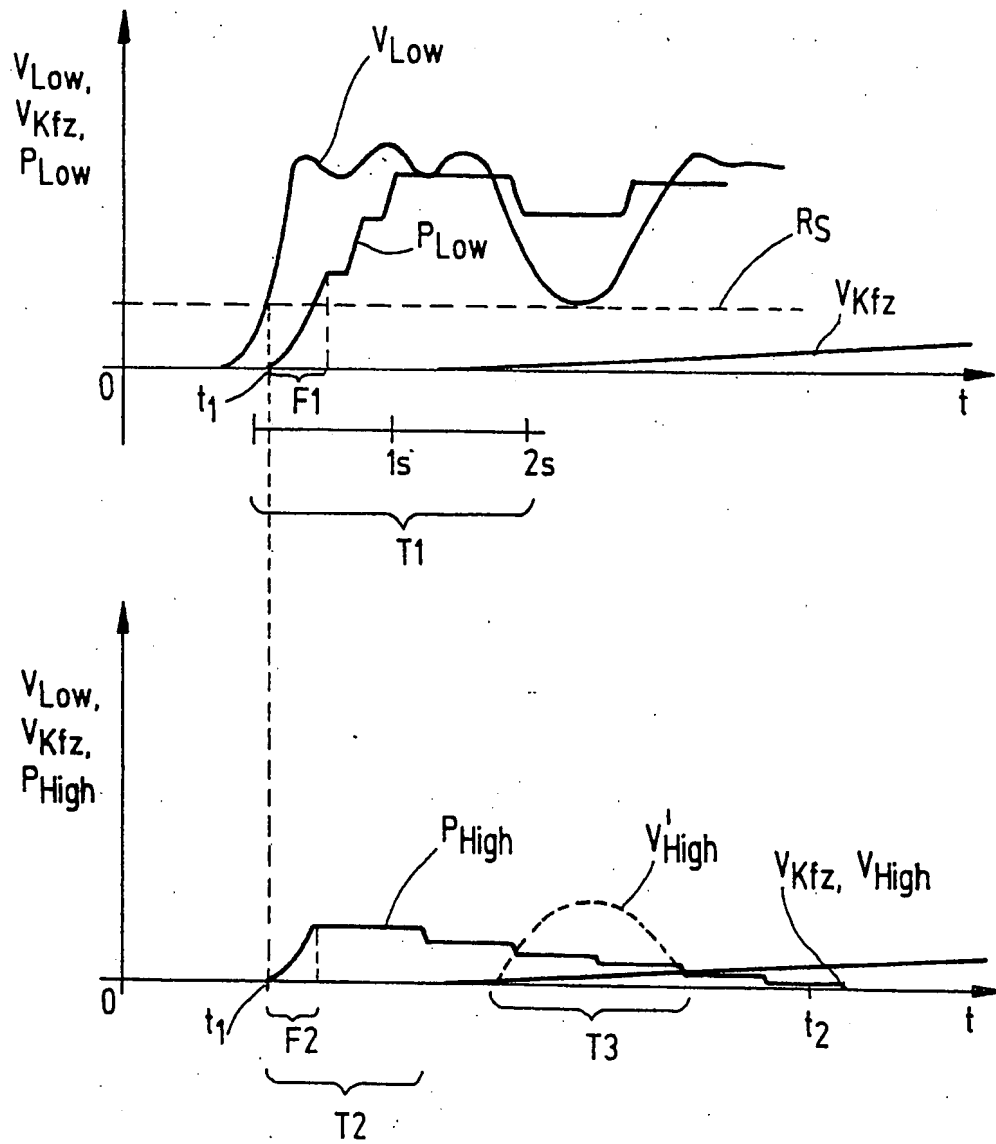


Fig.3

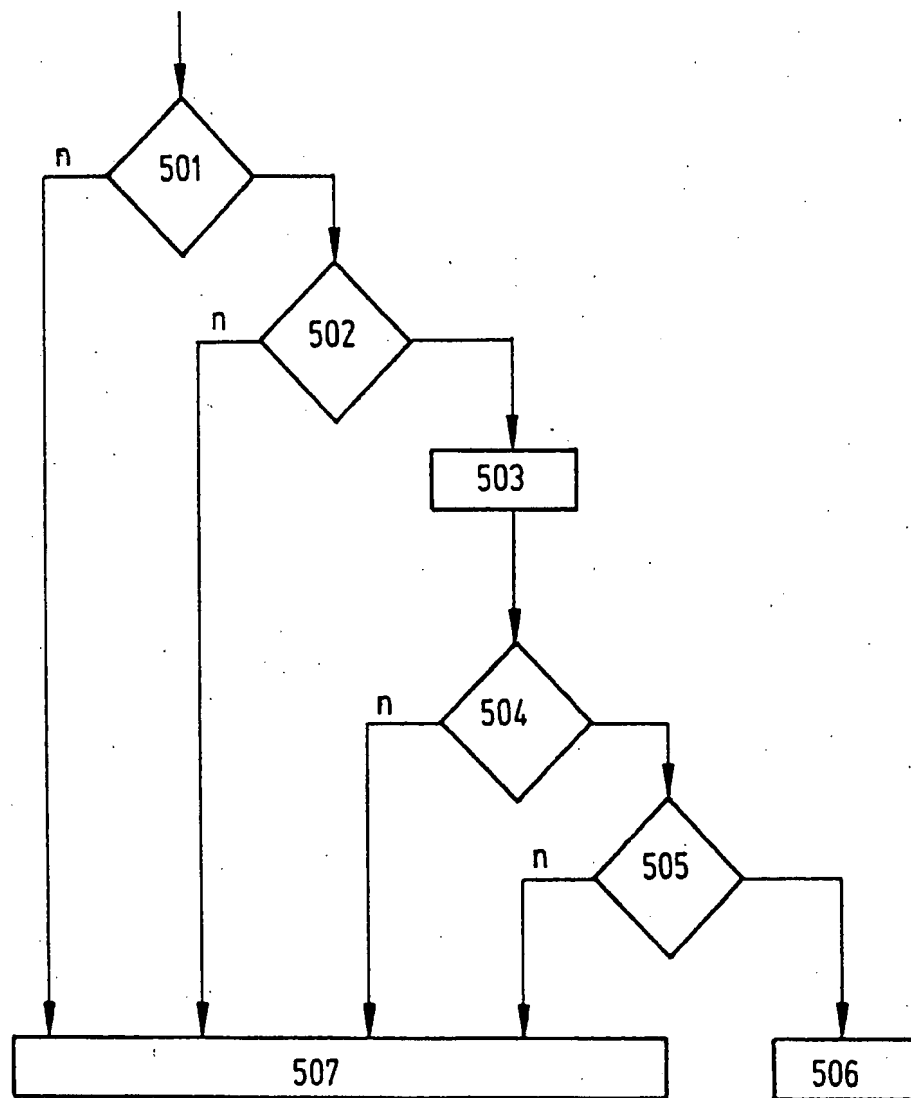


Fig.4